

## Opgave 4 Phosphat og genmodificeret byg

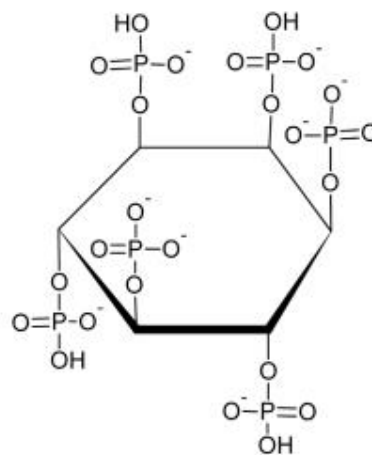
Grise har som andre levende organismer brug for phosphat for at kunne danne vigtige kemiske forbindelser. Derfor fodres grise ofte med bygkorn, der indeholder store mængder phosphat, se *figur 1*.



Figur 1. Bygplanter på mark. De modne korn bruges som foder til grise.

1. Giv forslag til, hvad grise skal bruge phosphat til.

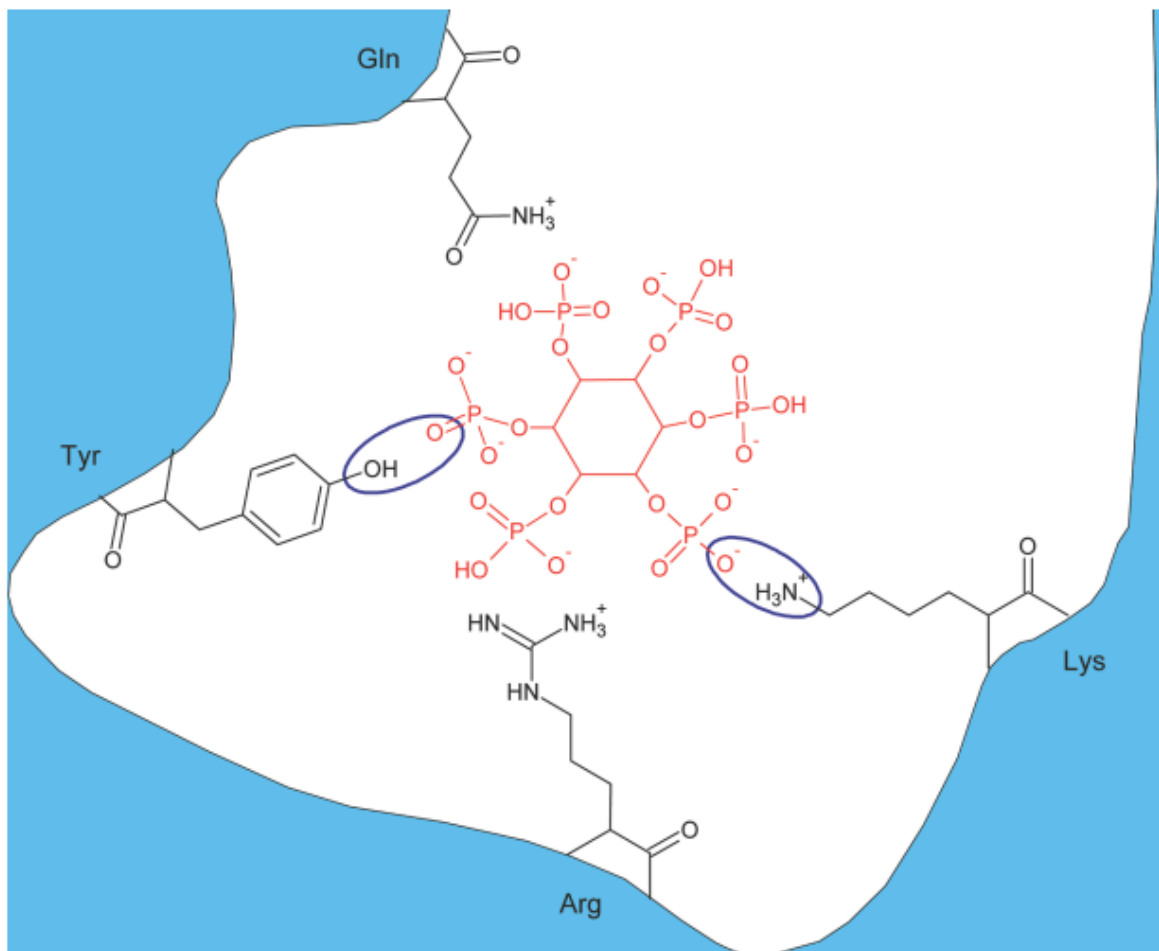
Hovedparten af phosphat i bygkorn findes bundet som en del af den kemiske forbindelse phytinsyre, se *figur 2*.



Figur 2. Phytinsyre ved pH = 7.

Når bygfrø spirer, aktiveres en gruppe enzymer, der kaldes *phytaser*. Disse enzymer fraspalter phosphat fra phytinsyre, så phosphat kan bruges til plantens vækst.

På figur 3 er vist, hvordan phytinsyre bindes i det aktive center i *phytase*.



Figur 3. Phytinsyres binding til det aktive center i *phytase*.

2. Beskriv, hvilke typer bindinger der er repræsenteret i de to områder markeret i figur 3.

I det modne korn, som grise typisk spiser, er der meget lav aktivitet af *phytase*. Det betyder, at kun cirka 30% af den fosfat, der findes i bygkorn, kan optages af dyrene. Man ønsker derfor at udvikle bygplanter med en højere aktivitet af *phytase* i de modne korn.

Man har derfor fremstillet en genetisk modificeret bygplante, der har et ekstra gen for *phytase*. Man indsplejser også et markørgen i planten. Markørgenet gør de transformerede planter resistente mod hygromycin<sup>1</sup>.

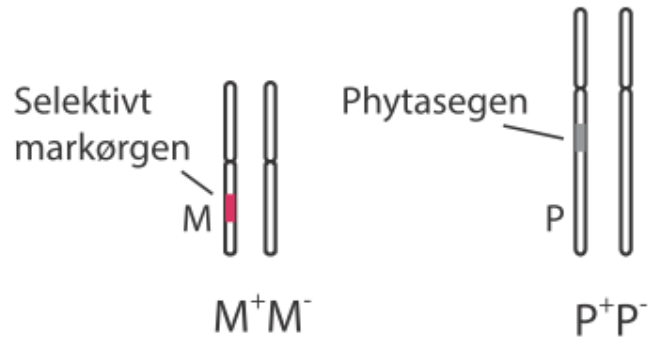
Markørgenet skal fjernes igen senere, da man ikke ønsker at avle videre på planter med resistensgener.

3. Giv forslag til, hvorfor man ikke ønsker at avle videre på planter med resistensgener.

Opgaven fortsættes på næste side

<sup>1</sup>Antibiotikum der blandt andet virker mod planter.

Bygplanterne transformeres ved hjælp af bakterien *Agrobacterium tumefaciens* og bestemte plasmider. Disse plasmider er konstrueret på en måde, så genet for *phytase* og markørgenet bliver indsat hvert sit sted i plantens genom. *Figur 4* viser placeringen af de to gener i en plante, der er blevet succesfuldt transformeret med ét plasmid.



Figur 4. Markørgen og gen for *phytase* indsat på ikke-homologe kromosomer.

Ved hjælp af markørgenet udvælges de planter, der er blevet transformerede. I et forsøg har man selvbestøvet planter, der er heterozygote for de to nye egenskaber:

$$M^+M^-P^+P^- \times M^+M^-P^+P^-$$

Blandt afkommet fra selvbestøvningen vil der være planter, som kun har arvet genet for *phytase* og ikke markørgenet. Disse planter udvælges til videre avl.

- Bestem andelen af planter, der har arvet genet for *phytase* men ikke markørgenet. Anvend eventuelt et krydsningsskema.